

**PRARANCANGAN PABRIK MONONITROTOLUENA DARI  
TOLUENA DAN ASAM CAMPURAN DENGAN PROSES KONTINYU  
KAPASITAS 20.000 TON PER TAHUN**



**Oleh :**

**Ristiana Fauziati**

**D 500 120 056**

**Dosen Pembimbing :**

**Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D**

**Dra. Kun Harismah, M.Si., Ph.D**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
SURAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

---

NAMA : Ristiana Fauziati  
NIM : D 500 120 056  
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Mononitrotoluena dari Toluena dan Asam Campuran dengan Proses Kontinyu Kapasitas 20.000 Ton/Tahun  
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.  
2. Kun Harismah, Ph.D.

Surakarta, Mei 2017


Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.  
NIK. 664



Kun Harismah, Ph.D  
NIK. 402

Mengetahui,

Dekan  
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Teknik Kimia



Ir. H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D  
NIK. 682



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D  
NIK. 683

**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

---

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ristiana Fauziati

NIM : D 500 120 056

Program Studi : S1 Teknik Kimia

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Mononitrotoluena dari Toluendan Asam  
Campuran Kapasitas 20.000 Ton per Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat ini, adalah hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang dirujuk dari sumbernya.

Surakarta, 04 Maret 2017

  
Penulis

## INTISARI

Prarancangan pabrik mononitrotoluena (MNT) dengan bahan baku toluena dan asam campuran dengan menggunakan asam sulfat sebagai katalisnya ini direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan jumlah karyawan 211 orang. Pabrik dengan luas area sebesar 12.000 m<sup>2</sup> ini direncanakan dibangun pada tahun 2020 di lokasi industri Cilacap, Provinsi Jawa Tengah yang berdekatan dengan Pertamina UP IV sebagai produsen toluena. Bahan baku diperoleh dari PT Multi Nitrotama Kimia di Cikampek. Pabrik ini beroperasi dengan kapasitas 20.000 ton/tahun, dengan pertimbangan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor. Proses pembuatan MNT berlangsung pada fase cair dengan menggunakan reaktor *Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)* dengan kondisi tekanan pada 1 atm dan suhu 50°C. Reaksi berlangsung secara eksotermis, searah, dan non adiabatik.

Kebutuhan bahan baku pada pembuatan MNT ini yaitu toluena sebesar 1.749,91 kg/jam, asam nitrat sebesar 1.189,94 kg/jam, asam sulfat sebesar 2.182,61 kg/jam. Untuk menunjang proses produksi, maka didirikan unit pendukung yaitu unit penyediaan air sebesar 25.000 kg/jam, unit penyediaan *steam* (suhu : 240°C;  $\lambda$  : 1764,00 kJ/kg; tekanan : 2.319,80 kPa) dengan kapasitas *boiler* 2.121.188,70 kJ/jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan satu buah *generator set* sebesar 320 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 2,87m<sup>3</sup>/jam, dan udara tekan sebesar 50 m<sup>3</sup>/jam.

Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dengan modal tetap Rp. 264.652.097.639 dan modal kerja Rp. 26.128.769.388 menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp. 118.714.685.065 pertahun, setelah dipotong pajak 25,00%, keuntungan mencapai Rp. 89.035.638.134 pertahun. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 45,38% dan setelah pajak 34,03%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,00 tahun dan setelah pajak 2,29 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 42,40% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 22,10%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan.

## ABSTRACT

The design of the mononitrotoluene (MNT) plant with the raw material of toluene and mixed acid using sulfuric acid as its catalyst is planned to operate for 330 days/ year with 103 employees. The factory with an area of 40,000 m<sup>2</sup> is planned to be built in 2020 at the Cilacap industrial site, Central Java province adjacent to Pertamina UP. IV and PT Multi Nitrotama Kimia in Cikampek as raw material provider. The plant operates with a capacity of 20.000 tons/ year, with consideration to meet domestic demand and reduce import dependence. The MNT manufacturing process takes place in the liquid phase using a CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor) reactor under pressure conditions at 1 atm and temperature of 50°C. The reaction takes place in an exothermic, unidirectional, and non adiabatic direction.

The need of raw material in making mononitrotoluene (MNT) is toluene of 1.749,91 kg/ hour, nitric acid 1.749,91 kg/ hour, sulfuric acid equal to 22,27 kg/ hour. To support the production process, a supporting unit of water supply unit of 25.000 kg/ h, steam supply unit (temperature: 240°C;  $h$ : 1.764,00 kJ/ kg; pressure: 2.319,80 kPa) with boiler capacity 2.121.188,70 kJ/ hr, electricity demand is obtained from PLN and one generator set of 320 kW as reserve, fuel as much as 2,87m<sup>3</sup>/hour.

From the economic analysis conducted on this factory with fixed capital Rp.358,101,411,906,94 and working capital Rp. 115.718.268.954,47. From the economic analysis of this factory shows profit before tax Rp. 118,714,685,065 per year, after tax deducted 25,00%, profit reached Rp. 29.678.671.266 per year. Return On Investment (ROI) before tax 44,86% and after tax 33.64%. Pay Out Time (POT) before tax is 2 years and after tax 2.29 years. Break Even Point (BEP) of 42.6% and Shut Down Point (SDP) of 22.10%. From the above feasibility analysis data concluded, this factory is profitable and feasible to be established.

Keywords: mononitrotoluene, toluene, nitric acid, sulfuric acid, CSTR.

# KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmaanirrohim*

*Assalamu' alaiikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya.

Judul tugas akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik Mononitrotoluena dari Toluena dan Asam Campuran dengan Proses Kontinyu kapasitas 20.000 Ton/Tahun**. Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Penyelesaian penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang tiada terhingga, terutama kepada:

1. Orangtua tercinta atas semua cinta, kasih sayang, pengorbanan dan untaian do'anya yang tak pernah henti-hentinya memberikan dukungannya kepada penulis serta semua yang terbaik yang telah diberikan kepada penulis selama ini, engkaulah sumber motivasiku.
2. Bapak Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D., selaku pembimbing I yang dengan kesabarannya telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesainya tugas akhir ini.
3. Ibu Dra. Kun Harismah, Ph.D., selaku pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan nasehat hingga selesainya tugas akhir ini.

4. Bapak dan Ibu dosen jurusan teknik kimia atas ilmu dan bimbingannya selama kuliah.
5. Tiara Nurazizah selaku rekan satu tim yang telah bekerja dan berjuang bersama dari awal sampai terselesainya tugas akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan angkatan 2012 terima kasih atas kerja samanya. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini untuk itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, Maret 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
INTISARI .....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
MOTTO .....	xiv
BAB. I    PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Kapasitas Perancangan.....	1
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik .....	3
1.4. Tinjauan Pustaka .....	5
1.4.1    Macam-Macam Proses .....	5
1.4.2    Kegunaan Produk .....	7
1.4.3    Sifat Fisis dan Kimia .....	7
1.4.4    Tinjauan Proses secara Umum .....	10
BAB. II    DESKRIPSI PROSES .....	11
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	11
2.1.2.    Spesifikasi Bahan Baku .....	11
2.1.2.    Spesifikasi Bahan Pembantu .....	11
2.1.3.    Spesifikasi Produk.....	11
2.2. Konsep Reaksi .....	12
2.2.1.    Dasar Reaksi .....	12
2.2.2.    Pemakaian Katalis.....	12
2.2.3.    Mekanisme reaksi .....	12
2.2.4.    Tinjauan Termodinamika .....	13
2.2.5.    Tinjauan Kinetika .....	15



2.3.	Diagram Alir Proses .....	15
2.4.	Neraca Massa .....	20
2.5.	Neraca Panas .....	25
2.6.	Tata Letak Pabrik dan Peralatan .....	29
2.6.1.	Tata Letak Pabrik .....	29
2.6.2.	Tata Letak Peralatan .....	32
BAB. III	SPESIFIKASI PERALATAN PROSES .....	36
BAB. IV	UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM .....	53
4.1.	Unit Pendukung Proses .....	55
4.1.1.	Unit Penyediaan air dan Pengolahan Air.....	54
4.1.2.	Unit Penyediaan <i>Steam</i> .....	63
4.1.3	Unit Penyediaan Listrik .....	63
4.1.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	66
4.1.5.	Unit Penyediaan Udara Tekan.....	67
4.1.6.	Unit Pengolahan Limbah.....	67
4.2.	Laboratorium .....	72
4.3.	Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	74
4.4.	Spesifikasi Alat Utilitas .....	76
BAB. V	MANAJEMEN PERUSAHAAN .....	84
5.1.	Bentuk Perusahaan .....	84
5.2.	Struktur Organisasi .....	85
5.2.1.	Pemegang Saham .....	87
5.2.2.	Direktur .....	87
5.3.2.	Staff ahli .....	88
5.2.4.	Kepala Bagian .....	88
5.2.5.	Kepala Seksi.....	91
5.3.	Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	91
5.4.	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	93
5.5.	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	93
5.6.	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	94
5.7.	Manajemen Produksi.....	96
5.7.1.	Perencanaan Produksi .....	97

5.5.2. Pengendalian Proses.....	98
BAB. VI ANALISIS EKONOMI .....	99
6.1. Jumlah Modal Tetap .....	103
6.2. Modal Kerja .....	103
6.3. Biaya Produksi .....	104
6.4. Pengeluaran Umum.....	104
6.5. Analisis Ekonomi .....	104
BAB. VII SIMPULAN .....	111
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hubungan tahun dengan kebutuhan MNT .....	3
Gambar 2.1 Mekanisme reaksi nitration.....	12
Gambar 2.2 Diagram alir kualitatif MNT .....	18
Gambar 2.3 Diagram alir kuantitatif MNT .....	19
Gambar 2.4 Diagram alir neraca massa .....	20
Gambar 2.5 Tata letak pabrik MNT .....	33
Gambar 2.6 Tata letak peralatan pabrik MNT .....	34
Gambar 6.1 <i>Cost Index Chemical Plant</i> .....	102
Gambar 6.2 Grafik perhitungan analisis ekonomi .....	111

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data impor MNT tahun 2004-2014 .....	2
Tabel 1.2	Perbandingan proses pembuatan MNT .....	6
Tabel 2.1	Spesifikasi bahan baku.....	11
Tabel 2.2	Spesifikasi bahan pembantu.....	11
Tabel 2.3	Sifat termodinamika bahan baku dan produk .....	13
Tabel 2.4	Komponen yang terdapat disetiap arus .....	20
Tabel 2.5	Neraca massa di <i>mixer</i> (M-101).....	21
Tabel 2.6	Neraca massa di reaktor (R-101) .....	21
Tabel 2.7	Neraca massa di reaktor (R-102) .....	21
Tabel 2.8	Neraca massa di dekanter (H-101).....	22
Tabel 2.9	Neraca massa di evaporator (V-101) .....	22
Tabel 2.10	Neraca massa di <i>netralizer</i> (N-101) .....	22
Tabel 2.11	Neraca massa di dekanter (H-102).....	23
Tabel 2.12	Neraca massa di menara distilasi (D-101) .....	23
Tabel 2.13	Neraca massa total .....	24
Tabel 2.14	Neraca panas di <i>mixer</i> (M-101) .....	25
Tabel 2.15	Neraca panas di reaktor (R-101) .....	25
Tabel 2.16	Neraca panas di reaktor (R-102).....	25
Tabel 2.17	Neraca panas di dekanter (H-101) .....	26
Tabel 2.18	Neraca panas di evaporator (V-101) .....	26
Tabel 2.19	Neraca panas di <i>netralizer</i> (N-101).....	27
Tabel 2.20	Neraca panas di dekanter (H-102) .....	27
Tabel 2.21	Neraca panas di menara distilasi (D-101).....	28
Tabel 2.22	Neraca panas di <i>heat exchanger</i> -01 .....	28
Tabel 2.23	Neraca panas di <i>heat Exchanger</i> -02 .....	28
Tabel 2.24	Neraca panas di <i>heat Exchanger</i> -03 .....	29
Tabel 2.25	Neraca panas di <i>heat Exchanger</i> -04 .....	29
Tabel 2.26	Neraca panas di <i>cooler</i> -01 .....	29
Tabel 2.27	Neraca panas di <i>cooler</i> -02 .....	29

Tabel 2.28 Neraca panas di <i>cooler</i> -03 .....	30
Tabel 2.29 Neraca panas di <i>cooler</i> -04 .....	30
Tabel 2.30 Perincian luas tanah bangunan pabrik.....	32
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>accumulator</i> .....	37
Tabel 3.2 Spesifikasi condensor.....	37
Tabel 3.3 Spesifikasi cooler .....	38
Tabel 3.4 Spesifikasi dekanter .....	39
Tabel 3.5 Spesifikasi heat exchanger .....	41
Tabel 3.6 Spesifikasi pompa .....	45
Tabel 4.1 Kebutuhan air pendingin.....	63
Tabel 4.2 Kebutuhan <i>steam</i> .....	64
Tabel 4.3 Kebutuhan air sanitasi.....	64
Tabel 4.4 Kebutuhan air pabrik.....	65
Tabel 4.5 Konsumsi listrik untuk unit utilitas.....	67
Tabel 4.6 Konsumsi listrik untuk unit keperluan proses.....	68
Tabel 4.7 Hasil perhitungan unit pengolahan limbah.....	71
Tabel 4.8 Spesifikasi pompa utilitas .....	82
Tabel 5.1 Sistem pembagian kerja .....	93
Tabel 5.2 Penggolongan jabatan dalam suatu perusahaan .....	95
Tabel 5.3 Jumlah karyawan sesuai jabatan dan gaji .....	96
Tabel 5.4 Pembagian karyawan proses tiap <i>sift</i> .....	97
Tabel 6.1 <i>Cost index chemical plant</i> .....	102
Tabel 6.2 Jumlah modal tetap.....	105
Tabel 6.3 Modal kerja .....	105
Tabel 6.4 Biaya produksi.....	106
Tabel 6.5 Pengeluaran umum.....	106
Tabel 6.6 <i>Fixed cost</i> .....	108
Tabel 6.7 <i>Variable cost</i> .....	108
Tabel 6.7 <i>Regulated cost</i> .....	108

## **MOTTO**

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakan dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah kamu berharap.”

(Q.S Asy-Syarah: 6-8)

“Allah akan meninggikan orang-orang beriman diantaramu dan orang-orang yang di beri ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(Q.S Al-Mujadalah: 11)

“If There is a will, there is away: Jika ada kemauan pasti ada jalan “